# 藥用植物之GAP栽培

行政院農業委員會農業試驗所 劉新裕、林俊義

## 一、前言

依據聯合國FAO之統計可知，全世界每年因蟲害、病害和雜草造成的農業損失高達總產值的35%，嚴重地區甚至完全無收。因此，在農業、藥業生產過程中，加強作物保護及避除產品遭受污染，已成爲增產豐收的重要措施。由於長期大量使用單一性化學農藥，害蟲、病菌經過自然篩選，逐漸產生並增強了抗藥性，抗藥性的增強，已使很多殺蟲劑、殺菌劑在原有有效濃度下不再發揮作用，使農業、藥業的病蟲害又猖獗起來；其次是化學農藥的使用已造成環境及產品的污染，有些農藥在植物體內殘留，對人畜有害。中草藥GAP栽培規範之建立，首先應選擇正確基原植物，建立健康種苗及可提升生產力與品質的栽培技術，如改進土壤理化及生物特性、施肥種類與田間管理技術等，重點在建立中草藥栽培區之健全栽培管理技術，以及建立利用非農藥方法防治病蟲害，期在最短時間內，生產大量高品質生物活性成分原料；另方面尤應降低這些原料遭受重金屬、化學肥料、農藥殘留及微生物等之污染。

## 二、中草藥的可能污染源

污染及危害中草藥的種類有：農藥、重金屬、化學肥料、工業廢棄物與生活垃圾、微生物等，在土壤或作物中可造成累積，造成農產品污染，同時將直接或間接威脅人類身體健康。

1.農藥：

台灣地處熱帶及亞熱帶，氣候高溫多濕，農作物種類繁多，相對地單位面積內各種作物遭受病蟲危害的頻率亦極高。近半世紀以來，化學合成農藥工業蓬勃發展，由於農藥對病蟲的防治效果常能立竿見影，且使用簡單，所以廣受農友歡迎。農藥雖是一種重要的生產資材，使用農藥可使農、藥業生產獲得增產；但由於過分依賴農藥防治病蟲害，許多污染及危害問題陸續發生，如有些農藥在土壤或作物中造成積累，造成農產品農藥殘留，威脅人畜身體健康，破壞自然生態衡，造成環境污染，以及促使病原菌產生抗藥性等。

2.重金屬元素：

重金屬元素及對人體有害元素的種類如下：即砷、汞、鉛、鎘、鉻、錫、銻和銅等。一些國家對有害元素污染規定了一定的限度，如汞(Hg)0.5ppm、砷(As)5ppm、鉛(Pb)20ppm、銅(Cu)150ppm等。

（1）鎘：人體中含有微量鎘，人體中的鎘除了一部分是通過空氣進入人體外，主要是經由水-土壤-植物之途徑進入人體。據報導，多數國家每人每日平均攝取鎘30～60 μg。鎘在體內被吸收後，首先到肝臟與金屬硫蛋白結合，再經血液輸送到腎臟，並積蓄起來，達到一定程度時再緩慢地從尿中排出。人體內積蓄的鎘，可以從人髮、人血、人尿中檢出。鎘對人體可產生毒性效應，如肺障礙病症和腎功能不良。在生產環境中大量吸入鎘煙塵或蒸氣，會發生急性鎘中毒，其口有金屬味，並出現頭暈、頭痛、咳嗽、呼吸困難、惡寒、嘔吐、腹瀉等，或產生肺炎和肺水腫等。鎘中毒除引起腎功能障礙外，長期攝入微量鎘，通過器官組織中的積蓄，還可引發骨痛病，如日本神川流域由於鎘污染引起的骨痛病更是舉世聞名。鎘中毒首先使腎臟及肝臟受損害，然後引起骨骼軟化，若此時又有妊娠、分娩、授乳、內分泌失調、衰老、營養不良、鈣不足等生理或生活誘導等促進因素，便出現骨痛病，因此骨痛病多發生於上年紀的婦女身上。

（2）汞：汞是一種毒性較大的有色金屬，俗稱水銀，汞是室溫下唯一的液體金屬。植物能直接通過根系吸收汞，在很多情況下，汞化合物可能是在土壤中先轉化爲金屬汞或甲

基汞後才被植物吸收。人體對汞具有一定的解毒和排毒能力，可逐步將汞集中到人體具有解毒功能的肝臟和腎臟；惟當重複接觸汞後，腎內金屬硫蛋白因與汞結合而耗竭，就會引起腎臟損害。汞的毒性以有機汞化合物之毒性最大，甲基汞能使細胞膜的通透性發生改變，因此破壞了細胞離子平衡，抑制營養物質進入細胞，並引起離子滲出細胞膜，導致細胞壞死、腎功能衰竭。

（3）鉛：土壤中的鉛污染主要由汽油燃燒和冶煉之煙塵以及礦山、冶煉之廢水所引起；因此一般城市和礦山、冶煉廠附近的土壤含鉛量都比較高。被吸收的鉛先進入血液中，進入血液中的鉛，形成可溶性磷酸氫鉛或甘油磷酸鉛，96%迅速與紅細胞結合，只有4%存在於血漿內，其中大部分與蛋白質結合，血中的鉛由血漿清除。血循環中的鉛可迅速被組織吸收，分布於肝、腎、脾、肺、腦中。鉛是作用於全身各系統和器官的毒物，根據近年來的研究報告証明，鉛可與體內一系列蛋白質、酵素和氨基酸內的官能團結合，干擾機體許多方面的生化和生理活動。鉛的毒性作用是損害器官，主要是骨髓造血系統和神經系統。

（4）砷：砷屬於類金屬，質脆，是有金屬光澤的暗灰色固體。砷的環境污染早在19世紀就曾經發生。人們若飲用被金礦冶煉廠排出的含砷廢水所污染的河水，除有一般砷中毒表現外，皮膚黑變、手指與手部的角化以及皮膚癌的發病率都較高；一旦提供新水源後，這種病才逐漸消失。砷進入人體，可能蓄積在甲狀腺、腎、肺、骨骼、皮膚、指甲以及頭髮等處。體內砷主要經過腎臟和腸道排出，少部分經汗腺及乳汁排出，砷排出較緩慢，故可長期在體內蓄積。砷中毒主要表現爲神經損傷、產生末梢神經炎症，早期有蟻走感、視力障礙、聽力障礙、四肢疼痛，運動功能失調，甚至行動困難、肌肉萎縮、頭髮變脆易於脫落、皮膚色素高度沉積，呈瀰漫性灰黑色或深褐色斑點，逐漸融合成大片;手掌腳蹠皮膚高度角質化;食慾差、消化不良、腹痛、嘔吐等。

（5）鉻：鉻是銀白色帶有光澤的金屬。鉻既是人體有益的微量元素(適量可防治糖尿病和心腦血管等病)，又是有害重金屬。金屬鉻很不活潑，是無毒的；一般認爲二價鉻化合物也是無毒的；三價鉻化合物由消化道吸收少，毒性不大；六價鉻化合物(鉻酸鹽)則毒性大，比三價鉻大100倍。口服重鉻酸鉀，對胃腸有刺激作用。食入後會出現口腔粘膜變黃、嘔吐、吞咽困難，上腹部燒灼痛、腹瀉、血水樣便；嚴重者出現休克、紫紺、呼吸困難，還會發生急性腎功能衰竭。鉻侵入呼吸道有刺激腐蝕作用，引起潰瘍、鼻中隔穿孔、鼻炎、咽喉炎、支氣管炎等。目前世界上公認某些鉻化合物可致肺癌，稱爲鉻癌。過去認爲只有六價鉻化合物才有致癌作用，但在動物實驗中發現，金屬鉻、焙燒鉻礦粉和氧化鉻均有致癌活性。經動物實驗証明，鉻化合物還具有致突變作用與細胞遺傳毒性，用六價與三價鉻處理細胞和細菌，均發現鉻化合物對染色體畸變有誘變性。

（6）銅：銅是一種紅黃色金屬，銅對水生生物毒性很大，在水體中銅的濃度爲0.5ppm時，能使35%-100%原生淡水植物毒死。銅鹽的毒性以醋酸銅、硫酸銅毒性較大，特別是硫酸銅，經口服即使微量往往也引起急性中毒，大量食入可發生肝小葉中心區壞死。對於人體，即使內服硫酸銅0.1-0.15g，也導致胃、腸等消化系統的各種症狀。如果內服0.7-1.0g，便引起嚴重腹痛、嘔吐、下痢、血尿、意識不清等症狀，甚至有死亡的可能性，有時還併發黃疸，當其他症狀消失後，肝症狀往往殘留。銅過量還表現爲引起Wilson氏症，其主要症狀是膽汁排泄銅的功能紊亂，造成組織中銅貯留，首先蓄積於肝臟內，引起肝臟損害，出現慢性、活動性肝炎症狀。當銅沉積於腦部引起神經組

纖病變時，則出現小腦運動失常和帕金森綜合症。銅沉積在近側腎小管，引起氨基酸尿、糖尿、蛋白尿和尿酸尿。

3.化學肥料：

化肥在農業生產中，一向發揮著極重要增產作用；但化肥施用不合理或過量施用，不僅對農業生產不利，反而會嚴重污染環境與所生產之藥材。大量不合理施用化肥，會使土壤板結、土壤物理化學性質變壞。中草藥與農作物主要吸收硝態氮($NO_3^-$)或氨態氮($NH_4^+$)，當硝酸根離子進入植物體後，迅速被同化成氨基酸、蛋白質和核酸等含氮化合物，所以一般在植物體內積累不多，多在100mg/L以下。硝酸鹽、亞硝酸鹽含量高的藥材和農作物，人食用後，很快進入血液，在劑量未達到急性毒性時，常表現為甲狀腺功能降低、維生素A缺乏、造血功能降低、流產等慢性中毒症狀。亞硝酸還可在人的胃內和肉品消化後之胺化物形成亞硝胺，而亞硝胺是致癌、致畸、致突變物質，因此，一些國家正嚴格限制亞硝酸鹽之每日食用量。

氮肥施入土壤後，在好氣條件下，很容易通過硝化作用而氧化為硝酸根而淋溶，從而污染地下水。施氮肥後，在反硝化作用下，會形成氮氣或$N_2O$釋放到大氣中，又污染了大氣。磷肥大部分被土壤固定，除作物吸收少部分外，不會像氮肥那樣易揮發和淋失；但磷肥中含有各種污染物質，從而對土壤和作物造成污染和危害；磷肥中含有多種重金屬，如砷、鎘、鉻、鎳、鉛等，具有潛在危害；施用磷肥同時，可能會使農田和藥材受到氟的污染。此外，磷礦中常伴有鈾、鐳、釷等天然放射性元素，使磷肥含有微量的放射性元素，雖然數量甚微，但也不可大量施用，以免這些有害元素污染藥材和其它農作物。

4.微生物：

（1）病原微生物之污染：病原物可以引起動植物和人體發生疾病。大氣、水體、土壤、垃圾中都有病原微生物。用污水噴灌就是幫助病原物傳播。農田經常用糞尿澆灌、污水灌溉或施垃圾糞肥，使藥材作物上帶有病菌，人吃了就會生病。

（2）微生物代謝產物之污染：微生物代謝產物種類很多，以真菌毒素的污染與危害最大。目前已發現真菌毒素有150多種，真菌污染使食品損失10%左右，造成食品大量霉爛。為害較大的真菌毒素有黃麴毒素，黃麴毒素是由多種真菌污染，使米粒變黃而產生的毒素，使人體神經系統和循環系統紊亂、腎臟變性、肝硬化等；可因之引起肝臟損害、細胞死亡，在國外曾引起肝炎爆發，動物實驗亦證實它能致癌。嬰兒食品中應不得有黃麴毒素。

（3）優養化污染：由於大量營養物質進入水中，使水質優養化，水中的藻類和浮游生物大量繁殖，溶解氧含量減少，可造成魚類大量死亡。

## 三、中草藥之GAP栽培

藥用植物進行GAP栽培與病蟲害之綜合防治，即在充分利用自然控制因素，如耕作制度、種間競爭、昆蟲疾病、寄生物、遺傳來控制，或適當巧施農藥等，以預防為主，維持生產、社會和生態環境的良好互動狀態。藥用植物病蟲害應採取綜合防治策略，盡量少施或不施農藥，必要時應採用最小有效劑量，並選用高效、低毒、低殘留農藥，以降低農藥殘留和重金屬污染。因此，藥用植物進行GAP栽培與病蟲害綜合防治應為藥農永續發展之必要經營策略。中草藥進行GAP栽培與病蟲害綜合防治之相關配合措施如下：

1.合理的耕作制度：

合理的耕作制度即充分利用地力，以控制病蟲害的發生，及提高藥材產量和質量。包括下列幾項

配合措施：

（1）輪作：輪作可以減輕土傳病害的發生，使病害保持在較低的危害水平，不必再進行農藥防治，輪作耕地之優點如下：中草藥可充分利用地力，生長發育良好，提高抗病能力；田間的病原物遭遇不合適的寄主而逐漸死亡，因而發病較輕；由於輪作作物根系的作用，改變土壤微生物群落，抗生菌活動加強，能抑制或減輕病害的發生。輪作並不能把病害完全清除，只能減輕病害的發生，所以輪作要與其他防治措施配合，可提高其防病效果；如配合清除田間病殘體、及時翻耕土壤、不施帶病菌的糞肥等，則輪作的防病效果更好。利用適當的作物進行輪作或輪種綠肥作物，在阻斷病、蟲害的生活史，避免特定病、蟲之嚴重危害有一定效果，在土壤養份之利用及孕育多樣性的土壤微生物方面，亦有一定的功效。

（2）選擇抗病優質高產良種：種植優質高產品種是提高中草藥質量的最重要措施，在選擇品種時，一定要注意品種的抗病性，在病區不要種植高感品種，選用不帶病菌的播種材料播種，也是防治作物病害的重要措施之一。

（3）深耕整地：深翻土地可以減少土壤中越冬的病蟲，還可以改變土壤的理化性狀。土地整平且築高畦，可以預防田間積水，有效防止流水傳播病害和誘發病害發生。多施有機肥，不要偏施氮肥，增施磷、鉀肥，可以改善土壤肥力，提高藥材的抗病能力。

（4）土壤添加物之應用：應用土壤添加物已成爲重要之農業方法，除可減少土傳性病害外，尚能增加土壤肥力，調節土壤pH，增加土中有機質及有益微生物，可維持自然界之平衡。適當添加土壤添加物可達到防治病蟲害之效果，如S-H土壤添加物，可有效防治西瓜蔓割病、蕃茄青枯病，抑制十字花科蔬菜根瘤病、蘿蔔黃葉病、豌豆萎凋病及根瘤病、胡瓜猝倒及根腐病等。土壤加鈣可防治十字花科的根瘤病；矽酸爐渣添加於育苗土中，可防治芥菜根瘤病及萎凋病，添加AR 3可防治百合白絹病等。另外豆科作物施用有益菌如根瘤菌，可固定氮氣，減少施用氮肥；施用菌根菌能促進對磷鉀的吸收。適當改良土壤的結構、理化性質、肥力等對病蟲害的發生有一定的影響，可有效減輕病蟲害的發生。

（5）選好苗床及選擇適宜的播種期：中草藥育苗苗床最好選沒有種過藥材的地做苗床，而且土壤要肥沃。中草藥播種期的早晚對病蟲害的發生有一定的影響。如紅花春播易患炭疽病、枯萎病與菌核病，降低產量；如果實行秋播，則大大減少這些病害的發生，而免除噴施農藥，減輕污染，獲得少投資高收益。故可以通過調整播種期，實現高產防病效果。

（6）健全田間管理：田間管理包括間苗或定苗、移栽、中耕除草、肥水管理、整枝摘心等，這些措施都與病蟲害發生有關。

（7）適當採收與貯藏：中草藥收穫前要選無病單株留種，以防種子和種株帶菌傳病。選留抗病品種，淘汰感病品種。適時收穫成熟的種子，種子要充分曬乾，貯藏期不要受潮、發霉和混雜，保證種子質量。

2.GAP栽培與生物防治：

生物防治廣義指利用除人以外的各種生物以防治病蟲害的措施，狹義是指以蟲治蟲、以菌治蟲和以菌治病。生物防治是直接或間接的自然控制因素，是病蟲害綜合防治的核心。GAP生物防治包括以蟲治蟲、以菌治蟲、以菌治病，簡述如下：

（1）以蟲治蟲：以蟲治蟲是害蟲生物防治中較常用的方法之一，它是利用寄生性和捕食性天敵來控制與防治害蟲，有的已取得顯著效果，如赤眼卵蜂、瓢蟲的利用等。天敵的種類很多，幾乎所有的害蟲都有自己的天敵，如菜青蟲的天敵有鳳蝶金小蜂、廣赤眼卵蜂等。

（2）以菌治蟲：以菌治蟲是利用有益的微生物或微生物農藥防治害蟲。寄生在害蟲上的病原物已發現有2,000多種，包括病毒、細菌、眞菌，都有開發利用潛力。

（3）以菌治病：以菌治病是利用有益的微生物或其抗菌素防治病害，包括利用病毒、細菌、眞菌

等抗生菌和抗菌素來預防病害的發生。近來拮抗菌之利用效果明顯，土壤中許多拮抗菌如*Bacillus subtilis*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma harzianum*, *T. Lignorum*, *T. pseudokoningii*, *T. viride*等，以及許多腐生菌如*Aspergillus spp.*, *Fusarium oxysporum*等，在自然界有維持微生物相平衡之作用；其中木黴菌屬(*Trichoderma spp.*)爲重要病原眞菌的有效防治生物；其防治的病原包括腐敗病菌(*Pythium spp.*)、立枯絲核菌(*Rhizoctonia* spp.)、鐮孢菌(*Fusarium spp.*)等所引起的病害。對土傳性病害而言，生物防治具有可觀防治潛力。微生物農藥包括(1)蘇雲金桿菌；(2)白殭菌和綠殭菌等之使用。利用放線菌的抗生物農藥防治作物病害，是農用抗生素農藥的典型例子。高科技基因工程農藥，爲無殘留物的生物殺蟲劑，目前正在研發中。某些細菌、眞菌會產生殺蟲效果的毒素物質，用製成農藥製劑，亦正在開發中。

3.GAP栽培與物理防治：

利用物理因素防治中草藥病蟲包括燈光誘殺、糖醋液誘殺、人工捕殺、性誘劑誘殺、不育劑和激素的使用、高溫殺菌等，如利用蚜蟲對黃色的正趨性和對銀灰色的負趨性，可以用黃板誘蚜，也可以用銀灰色膜避蚜。利用燈光、性誘劑、糖醋液的引誘作用進行誘殺。在藥材上噴高脂膜可以防治白粉病。在板藍根和絲瓜上噴糖水可提高兩種藥材對霜霉病的抗性。

4.GAP栽培與化學防治：

化學農藥防治雖是當前防治病蟲害的重要措施，但因爲化學農藥防治可帶來許多有害副作用，如破壞農田生態平穩，誘發某些病蟲害的發生，污染環境，影響人畜健康，造成作物減產等，故化學藥劑防治僅是一種補救措施，只是在沒有做好病蟲害預防工作時才使用。對化學農藥的使用，應有以下新認知：（1）發展高效、低毒、低殘留的新農藥和無公害的GAP農藥；（2）合理使用農藥；（3）加強農藥的管理，製定農藥的殘留量標準及進行殘留量分析等。

5.GAP栽培與品質評價：

進行中草藥GAP栽培與病蟲害綜合防治之主要目的，在確保生產的中草藥產品能滿足消費者安心消費的需求，並符合高標準之品質，因此GAP栽培後產品之無污染及高品質之評價格外重要，如中草藥原料務須避除或降低重金屬、化學肥料、農藥殘留及微生物等之污染，更應提高產品之有效成分；如柴胡須注重主要成分Saikosaponin a及 d含量之分析與比較；山藥則須注重薯包甘、多醣體及類黃酮等含量之測定。

## 四、結語

隨著科技、醫藥與經濟的高度成長，人們的平均壽命逐年增加，爲預防許多疾病的發生，人們可以通過中草藥產品來調整與維護機體的健康狀態，達到防病強身的目的。加入WTO後，台灣發展中草藥植物之競爭壓力大增，可預期地將有更激烈產品質量的競爭與挑戰，中草藥植物產業若要提升競爭力，必須積極應用現代科技，參考及遵照現代醫藥研發之系列國際規範如GAP (Good Agricultural Practice)、GMP (Good Manufacture Practice)、GLP (Good Laboratory Practice)與GCP (Good Clinical Practice)，遵循嚴格的生產規範、質量控管、療效評估及臨床應用，使所生產的中草藥能夠符合國際標準。確實進行藥用植物GAP生產，將是優質中草藥產業發展之最佳保障。